

Jan Barwicki

Agencja Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa w Warszawie

Wacław Romaniuk

Instytut Budownictwa, Mechanizacji i Elektryfikacji Rolnictwa w Warszawie

Instytut Inżynierii Rolniczej

Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie

## WYKORZYSTANIE CZUJNIKA DŹWIĘKU DO OCENY PROCESU MIESZANIA PRODUKTÓW ROLNICZYCH

### Streszczenie

Przedstawiono badania eksperymentalne procesu mieszania elementów tworzywa sztucznego mających własności podobne do mieszanek warzywnych w roztworze wodnym. Oceny stopnia wymieszania składników dokonywano za pomocą czujnika dźwięku przymocowanego do wewnętrznej powierzchni pokrywy zbiornika. Przedstawione wyniki badań potwierdzają, że jest możliwe zastosowanie bezinwazyjnej metody oceny procesu mieszania artykułów rolniczych. Na wykresie widoczny jest moment, w którym mieszanina osiąga tzw. punkt zmieszania [Bujalski 1987], czyli czas, po którym dalsze mieszanie jest niewskazane ze względu na energochłonność procesu.

**Słowa kluczowe:** mieszanie, produkty rolnicze, metoda oceny jakości mieszania, czas mieszania, postęp

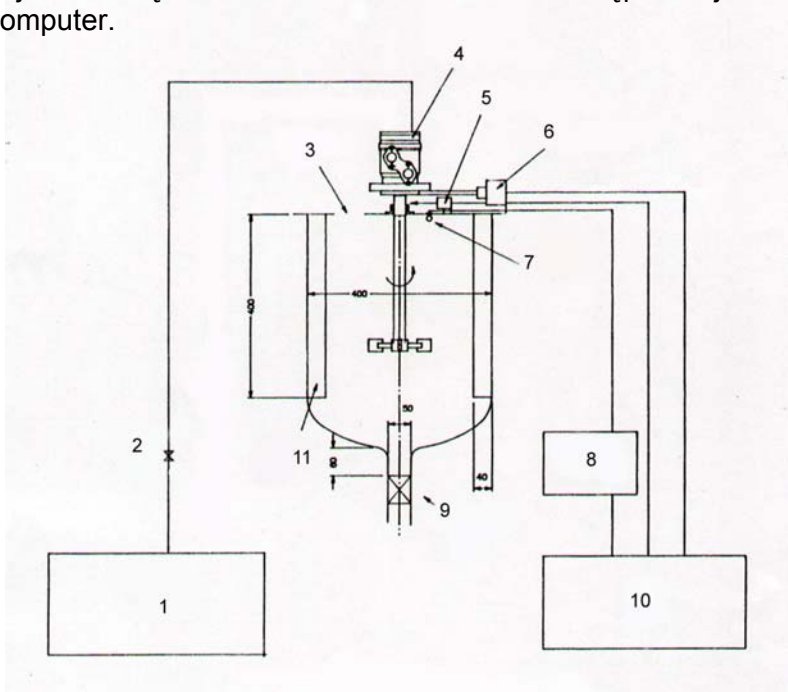
### Wstęp

Istnieje potrzeba oceny procesu mieszania różnych produktów rolniczych w warunkach produkcji przemysłowej oraz bezpośrednio w gospodarstwach rolnych. Dotyczy to mieszania składników suchych i ciekłych, przygotowania mieszanek warzywnych oraz zaprawiania ziarna zbóż do siewu. Dotychczasowe metody oceny stopnia zmieszania składników polegały na drogiej i pracochłonnej metodzie pobierania próbek z różnych określonych miejsc przestrzeni zbiornika mieszarki w określonym czasie [Haywood 1990]. Każda próbka poddawana była badaniom na zawartość suchej masy, białka, czy też ilości wyróżnika w próbce. Wybór którejś z tych metod badań zależał od zestawu składników biorących udział w procesie mieszania oraz technicznych możliwości przeprowadzenia eksperymentu [Kejin, Jiong 2005].

Celem badań było sprawdzenie przydatności nowej metody oceny stopnia zmieszania składników w trakcie procesu mieszania, bez konieczności pobierania próbek z wewnątrz zbiornika mieszarki w różnym okresie mieszania.

## Opis stanowiska badawczego i przebieg eksperymentu

Schemat stanowiska badawczego przedstawiono na rysunku 1. Proces mieszania odbywał się w zbiorniku ze stali nierdzewnej o pojemności  $0,05 \text{ m}^3$ , wyposażonym w zasyp, cztery pionowe przegrody boczne oraz spust. Mieszadło łopatkowe typu Rushton napędzane było za pomocą silnika elektrycznego o zmiennej prędkości obrotowej, ustawianej za pomocą regulatora. Dokładna kontrola prędkości obrotowej mieszadła odbywała się za pomocą tachometru. Pomiar zapotrzebowania na moc na mieszanie odbywał się za pomocą miernika mocy. Rejestracji zmian akustycznych przebiegu procesu mieszania dokonywano za pomocą czujnika dźwięku [Holroyd 1990] zamocowanego do wewnętrznej powierzchni pokrywy zbiornika. Sygnał akustyczny z czujnika dźwięku trafiał do wzmacniacza, a następnie rejestrowany był przez komputer.



Rys. 1. Schemat stanowiska badawczego: 1- zasilanie elektryczne, 2- regulator prędkości obrotowej silnika elektrycznego, 3- zasyp, 4- silnik elektryczny, 5- tachometr, 6- miernik zapotrzebowania na moc, 7- czujnik dźwięku, 8- wzmacniacz sygnału czujnika dźwięku, 9- spust 1- komputer, 11- przegroda

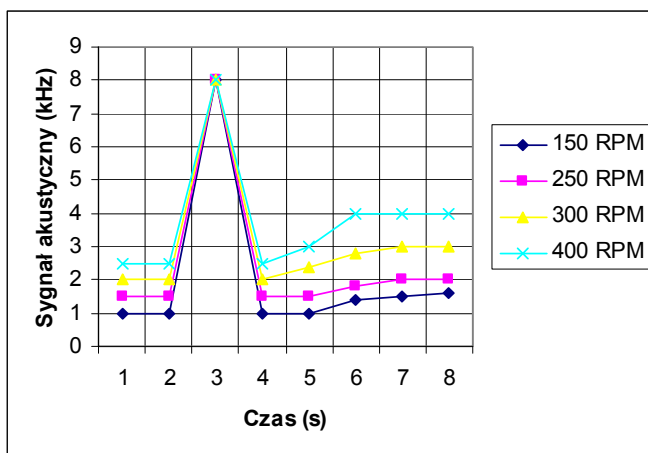
Fig. 1. Scheme of the testing stand: 1- electric power supply, 2- speed governor of electric motor, 3- charge, 4- electric motor, 5- tachometer, 6- power demand meter, 7- sound sensor, 8- signal amplifier of sound sensor, 9- discharge port, 10- computer, 11- side partition

Do badań eksperymentalnych wykorzystano plastikowe cząsteczki o wielkościach i własnościach fizyko-mechanicznych zbliżonych do mieszanek warzywnych [Povey 1989]. Cząsteczki te mieszano z wodą. Do weryfikacji metody pobierano próbki ze spustu zbiornika po określonym czasie mieszania

i stosowano analizę ilościową zawartości cząstek w poszczególnych próbkach. Badania przeprowadzono przy następujących prędkościach obrotowych mieszadła: 150 obr/min, 250 obr/min, 300 obr/min i 400 obr/min.

## Wyniki badań

Analiza ilościowa zawartości mieszanych cząstek w próbkach pobieranych w określonym czasie z otworu spustowego oraz jednoczesny odczyt sygnału akustycznego przy wykorzystaniu czujnika dźwięku potwierdziły zasadność stosowania zaproponowanej metody do oceny procesów mieszania. Na rysunku 2 przedstawiono charakterystykę sygnału rejestrowanego przez czujnik dźwięku w zależności od prędkości obrotowej mieszadła podczas mieszania plastikowych cząstek o własnościach podobnych do mieszanek warzywnych. Największa wartość sygnału akustycznego pokazuje moment załadunku plastikowych cząstek do zbiornika, w którym prowadzono eksperyment. Krzywe na wykresie pokazują czas dochodzenia mieszaniny do tzw. punktu zmieszania składników. Na wykresie jest to moment, w którym krzywa zmieszania przechodzi w linię poziomą równoległą do czasu mieszania. Z punktu widzenia energochłonności procesu dalsze prowadzenie mieszania składników jest w tym wypadku niewskazane.



Rys. 2. Wpływ prędkości obrotowej mieszadła na wartość sygnału odbieranego przez czujnik dźwięku podczas mieszania imitacji mieszanek warzywnych i wody

Fig. 2. Effect of mixer rotational speed on the value of signal received by sound sensor during mixing of vegetable-like plastic mixtures and water

## Wnioski

Przedstawione na wykresie wyniki badań potwierdzają, że zastosowanie bezinwazyjnej metody oceny procesu mieszania artykułów rolniczych jest możliwe. Widoczny jest również moment, w którym mieszanina osiąga tzw. punkt zmieszania, czyli czas, po którym dalsze mieszanie jest niewskazane z uwagi na energochłonność procesu mieszania. Zastosowana metoda oceny stopnia

mieszania artykułów rolniczych jest wygodna z punktu widzenia łatwości przeprowadzenia eksperymentu, jak również jest tańsza w porównaniu do drogich metod chemicznych badania próbek pobieranych z przestrzeni komory mieszarki. Dodatkową zaletą tej metody jest możliwość ciągłej obserwacji przebiegu procesu mieszania w aspekcie osiągnięcia jednorodności mieszaniny. Wykorzystanie zastępczych materiałów jako składników do badania procesu mieszania sprawdziło się zarówno z punktu widzenia badawczego, łatwości przeprowadzania eksperymentu, jak i kosztów badań.

### **Bibliografia**

Bujalski W., Nienow A.W. Chatrin S., Cooke M. 1987. The dependency on scale of power number of Rushton disc turbines. *Chemic. Engin. Science*

Holroyd T.J.1990. Acoustic emissions from an industrial applications viewpoint. *Symposium Letherhead*

Haywood B.C.1990. The use of acoustic monitoring in industry. *Symposium Letherhead*

Povey M.J.1989. Ultrasonics in food engineering – Part II – Applications. *Journal of Food Engineering*, Nr 9

Kejin W., Jiong H.2005. Use of a moisture sensor for monitoring the effect of mixing procedure on uniformity of concrete mixtures. *Journal of Advanced Concrete Technology*, Nr 3